Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin Würzburg.

# Sind die Fehlerquellen der Blutalkoholbestimmung bei Blutentnahme mittels Kapillare geringer als bei der mit Venüle?

**Inaugural-Dissertation**

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

**Felix Dinkel,**

Zahnarzt

aus Würzburg-Höchberg.

1939

Buchdruckerei Richard Mayr, Würzburg

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät.

Berichterstatter: Prof. Dr. Walcher.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Dem Andenken meines
lieben Vaters
in Dankbarkeit gewidmet!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549802_0097

*Sind die Fehlerquellen der Blutalkoholbestimmung bei Blutentnahme mittels Kapillare geringer als bei der mit Venüle?*

Der Reichs- und Preußische Minister des Innern hat durch Runderlaß vom 25. 9. 1936 die polizeiärztliche, zwangsweise (§ 81 StPO.) Blutuntersuchung auf Alkohol bei Verkehrsunfällen für alle beteiligten Personen angeordnet, bei denen begründeter Verdacht alkoholischer Beeinflussung besteht. Dabei soll die Mikromethode des schwedischen Arztes Professor Dr. E. M. P. Widmark angewendet werden. Das Blut wird möglichst sofort nach dem Unfall durch einen kleinen Stich in das Ohrläppchen oder in die Fingerspitze entnommen und in besonders vorgeschriebenen Glaskapillaren aufgefangen. Um eine möglichst große Genauigkeit und Sicherheit bei der ärztlichen Beeinflussung zu erlangen, ist in jedem Falle eine ärztliche Untersuchung möglichst sofort durch einen beamteten Arzt auszuführen.

Ursprünglich hat Widmark bei seiner Methode für die Blutentnahme die sogen. Kapillaren benutzt. Es handelt sich dabei um S-förmig gebogene, ganz feine und enge Hohlgläschen, die an dem freien Ende mit Gummihütchen verschlossen werden. Um fehlerhaften Desinfektionen vorzubeugen, ist den Kapillaren trockene Sublimatwatte beizugeben, die nur mit Wasser angefeuchtet zu werden braucht. Bei Verwendung von Kapillaren wird das Blut von einem kleinen Tropfen entnommen, der sich nach einem Hautstich in die Fingerbeere oder in das Ohrläppchen mittels einer Lanzette bildet. Die von Widmark verwendeten Kapillaren werden mit dem kürzeren Schenkel in diesen Blutstropfen getaucht. Durch Kapillarsaugwirkung füllt sie sich zum Teil von selbst, durch leichtes Ansaugen mittels eines angesetzten Gummischlauches wird die Füllung beschleunigt und vervollständigt. Die gut ausgespülten und abgedampften Widmark-Kolben von 50 ccm Inhalt aus Jenaer Glas werden mit 1 ccm Kaliumbichromatschwefelsäure gefüllt, und zwar mittels der genau auf 1 ccm eingestellten Original-Widmark-Spritze. Es muß sorgfältig darauf geachtet werden, daß keine Luftbläschen in der gefüllten Spritze vorhanden sind. Nun muß man den Kolben schließen, um die Schwefelsäure vor der Luftfeuchtigkeit zu schützen. Zu jeder Serienbestimmung gehören mindestens 4 Leerbestimmungen; es empfiehlt sich, diese nicht in der Reihenfolge zu beschicken, sondern zur besseren Kontrolle etwa am Anfang, in der Mitte und am Ende zwischen die zu untersuchenden Blutproben einzu-

schieben. Erfolgte die Blutentnahme mittels Venüle, so wird vor der Blutentnahme gut durchgeschüttelt, das blutige Serum in eine Kapillare mit einem Fassungsvermögen von 150—200 mg aufgezogen, auf einer Torsionswaage gewogen und mit Hilfe des Gummischlauches, der an das lange Ende der Kapillare angelegt wird, in die am Stöpsel des Erlenmeyer-Kolbens angeschmolzenen Glasnäpfchen eingeblasen. Kolben schließen. Zurückwiegen der leeren Kapillaren. Die Differenz zwischen der gefüllten und der leeren Kapillare ergibt die Einwaage. War die Blutentnahme mittels Kapillare erfolgt, so werden diese in entsprechender Weise gewogen, entleert und zurückgewogen.

Von jedem zu untersuchenden Blut werden auf diese Weise 3 Proben eingewogen. Die Kölbchen werden dann im Drahtgestell untergebracht.

Die Destillation erfolgt im Wasserbad bei 60°, sie dauert 2 Stunden. Dann langsam abkühlen lassen. Die Kolben werden hierauf mit 25 ccm destilliertem Wasser aufgefüllt. Nach Zusatz von etwa 1 ccm Kaliumjodid wird mit Natriumthiosulfat titriert und zwar bis zur hellgelben Farbe. Bei Zusatz von einigen Tropfen Stärke als Indikator färbt sich die Lösung blau; dann titriert man vorsichtig weiter bis zum weißen Farbumschlag.

Berechnung: Der Unterschied zwischen dem Natriumthiosulfat-Verbrauch des Leerwertes und der Blutprobe ist der Alkoholmenge proportional. 1 ccm n/100 Natriumthiosulfatlösung entspricht 113 y Alkohol (Widmark). 1 y entspricht 1/1000 mmg. Die gesuchte Alkoholmenge ergibt sich aus der Subtraktion der Blutprobe von dem Leerwert. Multipliziert mit der Zahl 113 und dividiert durch die Einwaage. Der ermittelte Wert entspricht dem Alkoholgehalt in mmg in 1 g Vollblut.

Bei Verwendung von klarem Serum ist der ermittelte Wert durch 1, 2, bei blutigem Serum durch 1, 1 zu dividieren, d. h. zu korrigieren, weil Serumwerte um diesen Prozentsatz höher liegen als die Vollblutwerte.

Die Kapillaren sind besonders vorbehandelt, d. h. sie sind mit einer gerinnungshemmenden und infektionsverhütenden Substanz präpariert. Sie werden mit einer Lösung folgender Zusammensetzung gefüllt:

| | |
|---|---|
| destilliertes Wasser | 50 g |
| Methylalkohol | 50 g |
| Kaliumoxalat | 0,1 g |
| Kaliumfluroit | 0,5 g |

Nach dem Füllen der Kapillare werden diese in einem Trockenschrank aufgehängt und bei einer Temperatur von etwa 90° getrocknet. Was die infektionsverhütende Substanz anbelangt, so haben Sjövall und Widmark festgestellt, daß steril aufbewahrte Blutproben innerhalb von 12 Tagen ihren Alkoholwert nicht verändern. Wird das Blut nicht aseptisch entnommen und aufbewahrt, so tritt nach Widmark nach

2—4 Tagen eine Abnahme des Alkoholgehalts ein. Bei besonders günstigen Infektionsmöglichkeiten beginnt die Abnahme sofort (Widmark).

Versuchshalber (Elbel) wurde alkoholhaltiges Blut in nicht sterilen Glasröhrchen abgefüllt, die teils im Eisschrank, teils im Brutschrank bei 37° aufbewahrt wurden. Die Röhrchen wurden mit sauberen Gummistopfern verschlossen. An verschiedenen Tagen wurden Proben mit einer feinen Pipette entnommen, wobei darauf geachtet wurde, keine besondere Infektion zu erzeugen. Die Veränderungen bei der Aufbewahrung im Eisschrank sind nicht bedeutend. Anders sind sie jedoch bei Brutschranktemperatur. Hier ist die Tendenz zum Ansteigen bei ganz gefüllten, Neigung zum Sinken, bei fast leeren Proben deutlich ausgeprägt. Das gleichsinnige Ergebnis der Versuche bei verschiedenen Temperaturen und die Verschiedenheit je nach dem Füllungszustand lassen auf die Natur der Veränderungsvorgänge einen gewissen Schluß zu.

Wäre die Senkung des Alkoholgehaltes in nichtsteril aufbewahrten Proben wesentlich auf die Wirkung eines alkoholabbauenden Fermentes zurückzuführen, so müßte zwar das Defizit bei höherer Temperatur größer sein; aber der auffallende Unterschied je nach der über der Probe stehenden Luftsäule deutet darauf hin, daß die Verdunstung und die Fäulnis, die auch zu einer Bildung reduzierender Substanzen führen kann, eine ganz wesentliche Rolle spielen dürften. Praktisch kommt ein Aufbewahren im Eisschrank oder gar im Brutschrank nicht in Frage. Eine Venüle oder Kapillare, die noch nicht geöffnet war, bleibt viele Tage zur Bestimmung brauchbar. War das Entnahmegefäß jedoch schon einmal offen, dann ändert sich der Alkoholgehalt auch bei Zimmertemperatur. Widmark sagt, daß eine Erhöhung des Alkoholgehaltes in nichtsteril aufbewahrten Blutproben niemals vorkommt.

Wagner berichtet hierzu wie folgt:

Im nichtsteril aufbewahrten alkoholfreien Blut sind in den ersten 4 Tagen keine Bildung reduzierender flüchtiger Substanzen erfolgt, die einen Alkoholgenuß vortäuschen könnten. Im alkoholhaltigen, nicht steril aufbewahrten Blut machte sich in dieser Zeit nur eine Minderung bemerkbar, die durch ein alkoholabbauendes Ferment ausgelöst werden soll. Nach 4 Tagen treten starke Schwankungen der Werte im Blut ein, die seine Verwendung unzweckmäßig erscheinen lassen. Bei ausgeprägter Fäulnis mit Gasbildung sind Alkoholwerte im Blut überhaupt nicht mehr zu verwerten. Eine Venüle oder Kapillare, die nach der einwandfreien sterilen Entnahme geschlossen und zwischendurch nicht geöffnet wird, bewahrt die Sterilität des Blutes 2—3 Wochen lang; das Ergebnis ist in dieser Zeit ohne Bedenken verwendbar; allerdings ist eine sterile Blutentnahme in Kapillaren schwieriger. Was den quantitativen Abfall der Alkoholwerte anbelangt, so läßt sich übereinstimmend feststellen, daß derselbe in den ersten vier Tagen nur ein sehr geringer ist und bei der praktischen Verwertung der in diesem Zeitraum ermit-

telten Ergebnisse kaum von Bedeutung sein dürfte. Auch in den nächsten beiden Tagen ist die Verminderung bei zahlreichen Versuchen ebenfalls nur geringfügig, jedoch ist nicht zu verkennen, daß in einzelnen Fällen dieselbe bereits einen derartigen Umfang annimmt, welcher bei einer Weiterverwertung zu Fehlschlüssen führen würde. Dies gilt besonders für kleinere Werte (unter 1,0‰), bei hohem Alkoholgehalt (über 2,0‰) würde man aber auch dann noch auf eine beträchtliche Trunkenheit schließen können. Bei der Beurteilung derartiger Ergebnisse muß man eben die Entscheidung von Fall zu Fall prüfen.

Sehr viele Blutproben zeigten auch bis zum 8., ja noch einige Tage länger, ein negatives Untersuchungsergebnis, jedoch erscheint es angezeigt, bei der Beurteilung sehr kleiner Werte, die man bei der Untersuchung von 4—5 Tage alten Blutproben erhält, sehr vorsichtig zu verfahren und im Zweifelsfalle von einer Verwertung derselben gänzlich Abstand zu nehmen.

Blutproben, die länger als vier Tage gelegen haben, sind deshalb nicht mehr mit Sicherheit zu verwerten, weil infolge Auftretens von Fäulnisprodukten ein erhöhter Alkoholgehalt vorgetäuscht werden könnte.

Ohne besondere Vorsichtsmaßnahme aufbewahrtes Blut kann bis zum 4. Tag für die Untersuchung noch verwendet werden; in den folgenden Tagen tritt eine teilweise nicht unbeträchtliche Verminderung des Alkoholverbrauches auf.

Nach Widmark erfährt der Alkoholgehalt von Blutproben, die nicht steril aufbewahrt werden, wenigstens in den ersten 9 Tagen eine Verringerung. Die von Wagner mitgeteilten Angaben über die Veränderlichkeit der Alkoholkonzentration beim Aufbewahren stimmen nicht vollkommen mit Sjövall und den von Widmark überein. Sie haben in ihren Versuchen eine längere Haltbarkeit gefunden.

Bei der Methode Widmark sind von jedem zu untersuchenden Blut 3 von den präparierten Kapillaren zu füllen. Jede soll einen Inhalt von 100—150 mmg haben. Da es sich bei der Alkoholbestimmung nach Widmark um eine Mikromethode handelt, müssen mindestens 3 Kapillaren gefüllt sein, um aus den gewonnenen Werten einen Mittelwert finden zu können. Wenn bei der Blutentnahme Kapillaren Verwendung finden, so ist darauf zu achten, daß sie auch den vorgeschriebenen Inhalt haben. Es hat sich nämlich gezeigt, daß sich bei zu geringem Inhalt ein Fehler ergibt, der einen meist zu hohen Alkoholgehalt vortäuscht. Bei einem Ditrationsfehler von 0,03 ccm ändert sich das Ergebnis der Blutalkoholbestimmung folgendermaßen:

bei einem Inhalt der Kapillare von

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 120 | mmg | ergibt | sich | eine | Differenz | von | 0,06‰ (± 0,003) |
| 60 | mmg | „ | „ | „ | „ | „ | 0,11‰ (± 0,055) |
| 40 | mmg | „ | „ | „ | „ | „ | 0.17‰ (± 0,085) |

Zu beachten wären auch jene Fehler die bei der Untersuchung selbst auftreten. Wie sind z. B. die Verhältnisse bei der Destillation mit Bichromatschwefelsäure?

Die Bichromatschwefelsäure wird zur Erhöhung der Genauigkeit entweder 0,25%ig (für größere Konzentrationen) oder 0,05%ig (für Konzentrationen unter $1^0/_{00}$) verwendet. Graf und Flake empfehlen eine dazwischen liegende Konzentration, weil die Reduktion des Kaliumbichromats nicht proportional der vorhandenen Alkoholmenge verläuft, sondern mit abnehmendem Bichromatüberschuß exponentionell sinkt. Da nun nicht n/100 Lösung verwendet wird, sondern eine n/20 Lösung (d. i. 2,5 mmg $K_2Cr_2O_7$ in 1 ccm), empfiehlt Widmark den Weg der Differenzenbestimmung des Thiosulfatverbrauchs der Blindproben und des Thiosulfatverbrauchs der Alkoholproben. Wird mit 1/100 Thiosulfat titriert, so ist nach Widmark f = 1,13, nach Jungmichel 1,129, nach Schmal 1,128 und nach Graf und Flake 1,09. Es ist nun nicht angängig, bei der emperischen Konstanten eine Fehlerbreite anzugeben, die der größten Streuung der Einzelversuche entspricht, da diese mit Wäge-, Titrations- und anderen Fehlern belastet ist. Ebensowenig ist es richtig, das Mittel aus der Summe aller Bestimmungen zu ziehen, solange nicht feststeht, ob f als einfache oder als Exponentialfunktion der verbrauchten Bichromatmenge auftritt. Dies wäre der Fall, wenn bei abnehmendem Überschuß von Kaliumbichromat die Alkoholoxydation immer unvollständiger oder die Gesamtalkoholumsetzung in zunehmendem Maße durch Nebenreaktionen kompliziert würde. Durch Versuche wurde gefunden, daß bei Verwendung wässriger Alkohollösungen, wenn man nicht doppelt destilliertes Wasser dazu nimmt, durch reduzierende Substanzen im destillierten Wasser stets zu hohe Alkoholwerte sich ergeben, ein Fehler, der den Alkoholfaktor mitunter im wesentlichen Maße beeinflussen kann. Man muß also an doppelt destilliertem Wasser mit Alkoholzusatz die Bestimmung vornehmen.

Unter den Bedingungen, welche die Alkoholumsetzung mit Bichromatschwefelsäure und damit den Faktor f beeinflussen können, kommen in erster Linie Zeit und Temperatur in Betracht. Es darf als erwiesen gelten, daß die unvollständige Alkoholumsetzung nicht durch zu geringe Reaktionszeit hervorgerufen ist. Der Einfluß der Temperatur zwischen 50 und 60° macht sich dagegen nach Graf und Flake bei der Alkoholumsetzung erheblich bemerkbar, sodaß sie eine Konstanthaltung der Temperatur auf $\pm$ 5° fordern. Dieselben Autoren fanden die Alkoholumsetzung um so unvollständiger verlaufend, je höher die Reaktionstemperatur lag. Da eine Alkoholverdunstung, ebenso eine solche von Aldehyd im geschlossenen System nicht in Frage kommt, müßte der in erster Stufe entstehende Aldehyd bei steigender Temperatur sich um so leichter mit Bichromat umsetzen. Teilweise Aldehyd-Bildung erklärt also nicht die unvollständige Alkoholoxydation.

Es bleibt als dritte Möglichkeit nur die Annahme, daß eine direkte Schwefelsäurewirkung zur Bildung von Schwefelsäureäthylester führt. Zur besseren Veranschaulichung dieser Schwefelsäurewirkung wurde sie in einem Versuch auf 5 ccm unter Vorlage vermehrt, ohne gleichzeitige Veränderung der Alkohol- und Bichromatmengen. Dabei wurde für f eine variable Größe gefunden. Die Alkoholoxydation wird hier um so unvollständiger, je geringer der Überschuß in Bichromsäure ist.

Zum Gegenversuch wurde die Schwefelsäure durch 85%ige Phosphorsäure in derselben Menge ersetzt. Es ergibt sich daraus für den Alkoholfaktor ein einheitlicher Wert, wobei $^5/_6$ der vorgelegten Bichromatmenge verbraucht wird. Bei Gegenwart von Phosphorsäure wird also Äthylalkohol quantitativ zu Essigsäure oxydiert.

Damit ist der Beweis erbracht, daß die Schwefelsäure einen maßgeblichen Einfluß auf die Alkoholumsetzung gewinnen kann im Sinne einer Veresterung desselben. Es stellt sich zwischen den 3 reagierenden Flüssigkeiten ein Gleichgewichtszustand ein, der abhängig ist von der relativen Menge jeder Teilkomponente und der Temperatur.

Widmark selbst wie auch Jungmichel haben darauf hingewiesen, daß ihre Testanalysen nicht selten eine geringere Alkoholmenge bei der Berechnung mit dem empirischen Faktor ergaben, als der eingewogenen Menge entsprach, dagegen nur ganz vereinzelt höhere Werte. Darin kommt wiederum die Tatsache zum Ausdruck, daß auch unter den von Widmark geforderten Bedingungen f keine konstante Größe, sondern nur im Rahmen der allgemeinen technischen Fehlergrenzen als solche zu betrachten ist.

Die Schwefelsäure tritt als Teilkomponente bei der Alkoholumsetzung in Erscheinung und bewirkt teilweise Veresterung, während dies bei Phosphorsäure als Lösungsmittel für Bichromat nicht der Fall ist.

Veranlaßt durch die vielen ungenauen Ergebnisse an allen gerichtsmedizinischen Instituten, die sich bei Blutalkoholuntersuchungen ergaben, bei denen das Blut mittels Kapillare entnommen wurde, verließ man meist überall diese Methode und griff wieder zurück zur Koller-Venüle. Welche Gründe sprechen nun für und gegen die Verwendung von Venülen bzw. Kapillaren?

Die Blutentnahme mittels Venüle erfordert nur einen Bruchteil der Zeit, die für die Entnahme und Füllung mittels der Kapillare benötigt wird. Da die übliche Kapillare nur etwa 0,07 ccm faßt, wird sogar von den Befürwortern der Kapillaren verlangt, daß bei jeder Blutentnahme mindestens 4 gefüllt werden, damit die zur Feststellung der Mittelwerte unbedingt notwendigen Kontrolluntersuchungen möglich werden. Da bei einem einzigen Stich ins Ohrläppchen oder in die Fingerbeere meist zu wenig Blut hervorquillt, um die Kapillaren zu füllen, wird oft versucht, durch Drücken eine stärkere Blutabsonderung zu erreichen. Hierdurch ergeben sich ungenaue Werte (Graf, Flake, Bichler) im Vergleich zu den Blutproben, die mit Venüle entnommen worden sind.

Es sind sehr oft mehrfache Stiche mit der Lanzette in das Ohrläppchen oder die Fingerbeere nötig, die oft als unangenehm und schmerzhaft empfunden werden, während bei der Entnahme mittels Venüle nur ein einmaliger Stich mit einer feinen Nadel in die Blutader an der Ellenbeuge erforderlich ist. Die Blutmenge einer Kapillare von 0,07 ccm erscheint uns für jede einzelne Untersuchung auch zu gering. Bei Verwendung von 0,15 ccm vermindern sich die Fehlerquellen. Die Verwendung von mehr als 0.07 ccm fassenden Kapillaren ist für die Blutentnahme nicht zweckmäßig, da größere Kapillaren die selbstätige Saugwirkung verlieren. Bei völliger Füllung einer Kapillare (0,07 ccm) steht nur 1/100 der Blutmenge zur Verfügung, wie bei völliger Füllung einer Venüle (7—8 ccm).

Es können also bei Venülen zahlreichere Kontrolluntersuchungen vorgenommen werden. Im Gegensatz zu den Venülen sind die Kapillaren leicht verbrechlich. Bei Entnahme, Verpackung und Untersuchung könden daher gelegentlich Kapillaren aus diesem Grunde nicht verwendet werden.

Bei der späteren Untersuchung macht die Entleerung der Kapillaren trotz vorheriger Behandlung mit gerinnungshemmendem Natriumfluorid oft Schwierigkeiten; die Kapillaren können erst nach Zersägen unter Verlust eines Teils der ohnehin schon geringen Blutmenge entleert werden.

Trotz aller Vorschriften werden immer wieder zur Desinfektion flüchtige Stoffe benutzt (wie z. B. Alkohol, Äther, Benzin). Bei Verwendung von Kapillaren ist in solchen Fällen das Blut zur Untersuchung gänzlich unbrauchbar, da die Desinfektionsflüssigkeit bei der geringen Blutmenge eine große Bedeutung hat. Infolgedessen ergibt sich bei der Kapillare ein falscher, forensisch nicht verwertbarer Alkoholgehalt. Trotz der Hinweise auf den Untersuchungsanträgen mußte oft beobachtet werden, daß die Einstichstelle für die Blutentnahme mit untauglichem Mittel desinfiziert worden war. Auch wurde, wenn die Kapillarentnahme versagte, mit einer Spritze, die vorher in Alkohol lag, Blut entnommen und eventl. noch in einem mit Alkohol gereinigten Gefäß übersandt.

Nach Mitteilung von Schum sind im Staatskrankenhaus der Polizei trotz aller Hinweise auf die Wichtigkeit richtiger Desinfektion der Haut noch 20—25% aller eingehenden Blutproben wegen fehlerhafter Desinfektion unbrauchbar. Die Ursache liegt darin, daß der Arzt in seiner Praxis sonst zur Desinfektion der Haut stets mit Alkohol oder ähnlichen flüchtigen Substanzen arbeitet. Er greift daher auch hier „gewohnheitsmäßig zum Alkohol". In diesen Fällen ist also ein viel zu hoher Blutalkoholwert vorgetäuscht worden, der teilweise so hoch war, daß die Ursache der fehlerhaften Desinfektion offensichtlich war. Wenn derartige Fehlerquellen, die auf Benutzung falscher, flüchtige Stoffe enthaltender Desinfektionsmittel beruhen, der Allgemeinheit bekannt

werden, wird man verstehen können, wenn die Beschuldigten oder Geschädigten eine Entnahme mit Kapillaren ablehnen, und die Blutentnahme mittels Venüle verlangen, um nicht ungerechtfertigt in den Verdacht des Alkoholgenusses zu kommen.

Um den Fehler festzustellen, den eine unsachgemäße Hautreinigung bei der Entnahme mit Kapillaren verursachen kann, führte ich folgenden Versuch durch:

Das Blut wurde durch Einstich in das Ohrläppchen entnommen; immer wurden 2 Kapillare gefüllt, weil ein durch falsche Hautreinigung vorgetäuschter Blutalkoholgehalt in der zuerst gefüllten Kapillare eher zu erwarten war, wie in der zweiten. Der Einstich erfolgte unmittelbar nach dem Abwischen mit einem in dem Desinfiziens getränkten Wattebausch. Für den Kontrollversuch wurde das Blut nach Reinigung mit Sublimat entnommen.

Der Versuch mißlang leider und zwar deshalb, weil die Kapillaren, die vier Tage im Eisschrank gelegen hatten, nicht auszublasen waren. Auch Absägen der Schenkel war ohne Erfolg und hat gezeigt, daß das Blut so geronnen war, daß es vollkommen unmöglich war, auch nur einen Tropfen aus der Kapillare auszublasen. Am Rande der Glasgefäße war das Blut wohl füssig, dank der Präparation, aber in der Mitte hatte sich ein Blutpfropf gebildet, der sich beim Ausblasen an den engeren Schenkel der Kapillare anlegte und diesen verstopfte.

Elbel, der einen ähnlichen Versuch schildert und zum Vergleich anschließend Blutentnahmen mittels Venülen vornahm, kam zu folgenden Resultaten:

| Nr. | Desinfektion | Blutalkohol ‰ 1. Kap. | 2. Kap. | Kontrolle Venüle | Fehler 1. Kap. | 2. Kap. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Alkohol naß | 3,18 | — | 0,09 | 3,09 | — |
| 2 | „ „ | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,30 | — |
| 3 | „ „ | 1,35 | 1,31 | 1,20 | 0,15 | 0,11 |
| 4 | „ „ | 0,52 | 0,09 | 0,04 | 0,48 | 0,05 |
| 5 | „ nach Verdunstung | 0,17 | 0,13 | 0,03 | 0,14 | 0,10 |
| 6 | „ „ „ | 0,09 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | — |
| 7 | „ „ „ | 0,77 | 0,01 | 0,04 | 0,73 | 0,03 |
| 8 | „ „ „ | 0,24 | 0,06 | 0,03 | 0,21 | — |
| 9 | Äther naß | 0,16 | 0,00 | 0,00 | 0,16 | — |
| 10 | „ nach Verdunstung | 0,04 | 0,03 | — | — | 0,07 |
| 11 | „ „ „ | 0,29 | 0,11 | 0,04 | 0,25 | — |
| 12 | Jodtinktur naß | 0,35 | — | — | — | — |
| 13 | „ „ | 0,42 | 0,02 | — | — | — |

Bei Verwendung von Venülen nach Koller ist der Gebrauch ungeeigneter Desinfektionsflüssigkeit nicht zu befürchten, da sich das richtige Desinfektionsmittel an der Venüle befindet. Aber selbst bei Ver-

wendung unzweckmäßiger Desinfektionsmittel spielen derartige Verunreinigungen mit Rücksicht auf die hundertmal größere Blutmenge in der Venüle praktisch keine Rolle, da der Alkoholgehalt des Blutes kaum meßbar verändert wird (Elbel), denn die Desinfektionsflüssigkeit wird hier höchstens in ganz geringen Spuren dem Blute beigemischt, da die Blutentnahme mittels Einstichs durch die Haut hindurch aus der darunterliegenden Blutader erfolgt. Bei der Entnahme mit der Kapillare mischt sich die Desinfektionsflüssigkeit dagegen mit dem auf der Haut entstehenden Bluttropfen. Hierdurch kann also zu ungunsten des Angeschuldigten ein viel zu hoher Blutalkoholgehalt vorgetäuscht werden. Die Blutentnahme durch Kapillare wird daher von der Verteidigung oft zu Recht angegriffen.

Bei der Kapillare werden nach Beobachtung auch zahlreicher anderer gerichtsärztlicher Institute immer wieder Fehlfüllungen mit gänzlich unzureichenden Blutmengen und zwar in einem recht hohen Prozentsatz festgestellt; am gerichtsmedizinischen Institut Würzburg waren es 1937 noch 54 Fälle und 1938, als die Blutentnahme fast nur noch mit Venülen gemacht wurde, immerhin noch 13 Fälle. Durch Umfrage konnten mehr als 200 derartige Ergebnisse festgestellt werden. Diese Zahl ist außerordentlich hoch, wenn man berücksichtigt, daß die gerichtsärztlichen Institute im wesentlichen Venülen und nur verhältnismäßig selten Kapillaren verwenden; die Erfahrungen der Deutschen Chemischen Gesellschaft gehen in gleicher Richtung (Wrede). Diese Fehlfüllungen beruhen hauptsächlich darauf, daß die praktischen Ärzte, insbesondere die Landärzte, von denen doch in überwiegender Zahl die Blutentnahmen vorgenommen werden, nicht über genügende Erfahrung verfügen und sich diese bei der Seltenheit derartiger Blutentnahmen nicht sammeln können. Die Verwendung der Venüle ist ihnen dagegen ein ganz geläufiges Verfahren. Es ist daher nicht angängig, die Venenpunktion in der Hand eines erfahrenen Arztes, der diese gewohnheitsmäßig tagtäglich zur Diagnosensicherung bei zahlreichen Krankheiten sowie zur Heilbehandlung ausführen muß, als ein Verfahren hinzustellen, das irgendwelche greifbaren Gefahren in sich birgt.

Um eventl. Vorurteilen über die Gefährlichkeit der Blutentnahme mittels Venüle entgegenzutreten, sei festgestellt, daß in der Medizin die Zeit der stumpfen und rostigen Kanülen vorüber ist. Es besteht so keinerlei Ursache daran zu zweifeln, daß die Punktion ein geringfügiger Eingriff ist. Jede Venüle hat ja den Vorteil, daß mit ihr ein Gläschen verbunden ist, das die Desinfektionsflüssigkeit und ein Wattebäuschchen für die Reinigung der Haut enthält, das durch einen Hansaplaststreifen an der Venüle festgehalten wird. Zur sterilen Bedeckung der Einstichstelle bedient sich der Arzt dieses Hansaplaststreifens. Nicht zuletzt haben aber nun auch der Untersucher und der Begutachter der Blutprobe die Gewißheit, daß die Blutentnahme oder Zutritt von Luft,

Staub und Bakterien erfolgte und daß sich der Bluttransport von der Entnahme- bis zur Untersuchungsstelle in einwandfreier steriler Glasröhre vollzog.

Die Entscheidung darüber, ob man Venüle oder Kapillare zur Blutentnahme verwenden will, wird sicher durch die Erfahrungen, die man mit dem einen oder dem anderen Verfahren gemacht hat, bestimmend beeinflußt. In der Großstadt z. B. wird man bei der Benutzung von Kapillaren durch geübte Polizei- oder Vertragsärzte keine Schwierigkeiten mit der Füllung haben, in ländlichen Bezirken jedoch macht man entgegengesetzte Erfahrungen. Es ist deshalb die durch Bayer. Ministerialerlaß vom 24. 8. 1934 angeordnete Verwendung von sogen. Koller-Venülen zur Blutentnahme zwecks Alkoholbestimmung nach Widmark durch Erlaß vom 19. 7. 1938 erneut bestätigt worden. So ist nun den Ärzten erlaubt, die beim Versuch der Blutentnahme mit Kapillaren keine ausreichende Füllung fertigbringen oder, falls sie überhaupt mit Venülen besser arbeiten können, sofort an Stelle der Kapillaren eine Blutentnahme mit Venüle vorzunehmen.

Aber selbst bei ordnungsgemäßer Füllung der 3—4 vorgeschriebenen Kapillaren fehlt es an der oft zur Kontrolle notwendigen Blutmenge. Die im Dienst der Verkehrssicherheit und Unfallermittlung notwendigen Blutalkoholbestimmungen sind Maßnahmen, deren Werte heute für die Rechtsprechung im Straf-, Zivil- und Versicherungsrecht anerkannt sind. Ob die für die Durchführung der Alkoholbestimmung notwendige Blutentnahme durch Venenpunktion „unpopulär" ist, darf jetzt nicht bestimmend und ausschlaggebend sein für die Entscheidung der Frage, ob bei der Blutentnahme Kapillaren oder Venülen verwendet werden.

Das Einzige, was man für die Methode der Kapillar-Entnahme ins Feld führen könnte, wäre, daß sie billiger ist, besonders dann, wenn die Untersuchungen in großem Umfang durchgeführt werden. Aber ich glaube, daß die Differenz eine ganz geringe ist und weitaus in der Mehrzahl der Fälle doch ein Verurteilter die Kosten tragen muß, und außerdem die Differenz pro Person und pro Venüle höchstens 20 Pfg. ausmacht. Die Venülen mit Desinfiziens einschließlich der ganzen Verpackung (Blechhülse, Holzkästchen und Papiersack) kosten wohl 65 Pfg. pro Untersuchung, aber Verpackungsmaterial und Venüle wird wieder ersetzt, sodaß also die Venüle auf etwa 50 Pfg. zu stehen kommt.

Der zweite Nachteil der Venüle ist der, daß das Blut gerinnt. Wenn bei der Venenpunktion das Aufnahmegefäß kein koapulationshemmendes Mittel enthält, gerinnt das Blut und man ist gezwungen, die Analyse in reinem Serum auszuführen. Serum gibt höhere Werte als Vollblut. Die Berechnung der konsumierten Alkoholmenge ergibt demzufolge hohe Werte, die durch Division mit dem empirischen Faktor Serum/Vollblut auf den Wert für Vollblut gebracht werden müssen. Die Reduktion der erhaltenen Serumkonzentrationen auf den entsprechenden

Wert für Gesamtblut mit Hilfe des Faktors 1,2 stellt zweifellos eine Fehlerquelle dar, die gegen die Venüle spricht. Um diesen Fehler von vorneherein auszuschalten, müßte man die Venülen mit z. B. Natriumzitrat, das gerinnungshemmend wirkt, versehen.

Die im gerichtsmedizinischen Institut der Universität Würzburg aufgezeichneten Blutalkoholbestimmungen lassen vom Jahre 1934 mit 1938 folgende fehlerhafte Ergebnisse auffinden:

*Zusammenstellung*
*der in den Jahren 1934 mit 1938 vorgefundenen ungenauen Ergebnisse der Blutalkoholuntersuchung bei Blutentnahme mittels Kapillaren.*

| | Zahl der Fälle im Jahr | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1934 | 1935 | 1936 | 1937 | 1938 |
| Alle 3 Kapillaren ungenügend gefüllt | 16 | 10 | 20 | 6 | 5 |
| 2 Kapillaren ungenügend gefüllt | 21 | 33 | 31 | 15 | 1 |
| 1 Kapillare ungenügend gefüllt | 12 | 23 | 19 | 24 | 6 |
| mehr als 3 Kapillaren und doch zu wenig Blut | 1 | 5 | — | — | — |
| Sonstige Fehler | 3 | 3 | — | 3 | — |
| Fehlerhafte Desinfektion | 2 | 1 | 2 | 1 | — |
| 1 Kapillare leer | 10 | 21 | 13 | 17 | 2 |
| 2 Kapillaren leer | 4 | 3 | — | — | 1 |

*Beispiele ungenügender Füllungen aus dem Jahre 1934:*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| St. H. | 20 | K. L | 58 | B. H. | 95 |
| | 60 | | 36 | | leer |
| | 27 | | leer | | leer |
| Sch. A. | 35 | Sch.. Ch. | 49 | S. B. | 58 |
| | 61 | | 44 | | 80 |
| | 37 | | 21 | | leer |
| H. J. | 30 | V. H. | 82 | M. F. | 35 |
| | 67 | | 44 | | 55 |
| | 20 | | leer | | leer |
| Sp. F. | 55 | H. F. | 8' | K. F. | 64 |
| | 44 | | 71 | | leer |
| | leer | | leer | | leer |
| L. J. | 75 | D. G. | 85 | H. M. | 45 |
| | 8 | | leer | | 44 |
| | leer | | leer | | leer |
| St. G. | 93 | | | | |
| | leer | | | | |
| | leer | | | | |

*Ungenügende Füllungen aus dem Jahre 1935:*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| St. Ph. | 73 | W. E. | 71 | V. A. | 24 |
| | 12 | | leer | | 51 |
| | 29 | | leer | | 69 |
| W. W. | 45 | G. A. | 94 | M. G. | 31 |
| | 56 | | leer | | 30 |
| | leer | | leer | | 45 |
| D. J. | 39 | F. H. | 51 | G. E. | 44 |
| | 47 | | 44 | | 35 |
| | leer | | leer | | leer |
| B. H. | 45 | G. | 62 | K. A. | 38 |
| | 38 | | 78 | | 65 |
| | 27 | | leer | | leer |
| P. Ph. | 41 | H. H. | 69 | | |
| | 52 | | leer | | |
| | leer | | leer | | |

*Ungenügende Füllungen aus dem Jahre 1936:*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| W. Th. | 53 | R. T. | 43 | G. K. | 20 |
| | 88 | | 41 | | 28 |
| | leer | | 39 | | 38 |
| Sch. J. | 13 | F. P. | 41 | W. A. | 24 |
| | 56 | | 14 | | 44 |
| | leer | | 26 | | 43 |
| T. K. | 32 | N. R. | 29 | St. A. | 61 |
| | 41 | | 80 | | 10 |
| | 22 | | leer | | leer |
| W. J. | 32 | | | | |
| | 47 | | | | |
| | leer | | | | |

*Ungenügende Füllungen aus dem Jahre 1937:*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| K. M. | 40 | E. U. | 42 | D. H. | 72 |
| | 69 | | 16 | | 33 |
| | leer | | leer | | leer |
| Sch. A. | 47 | K. F. | 15 | M. H. | 76 |
| | 38 | | 41 | | 69 |
| | leer | | 63 | | leer |
| Ph. A. | 30 | | | | |
| | 62 | | | | |
| | 25 | | | | |

*Ungenügende Füllungen aus dem Jahre 1938:*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| F. E. | 53 | W. L. | 66 | W. W. | 27 |
| | 28 | | 44 | | leer |
| | leer | | 46 | | leer |

Die ungenauen Ergebnisse der beiden letzten Jahre (1937 und 1938) sind nicht etwa deswegen weniger geworden, weil die Methode mit Kapillar-Entnahme mehr und mehr erlernt sei, nein, vielmehr deshalb, weil gerade in dieser Zeit wieder der größte Teil der Blutentnahme mittels Venülen gemacht worden ist.

So wurden 1937 und 1938 Blutproben eingesandt:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1937 | a) in Kapillaren | 121 | davon entsprachen den Anforderungen nicht: | 68 | |
| | b) in Venülen | 297 | | 3 | |

(1 Venüle zerbrochen, 1 wenig Blut, 1 war ungenügend gefüllt.)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1938 | a) in Kapillaren | 23 | davon entsprachen den Anforderungen nicht: | 14 | |
| | b) in Venülen | 325 | | 1 | (zerbrochen) |

*Zusammenfassung.*

Daß die Kapillar-Entnahme mehr und mehr verlassen wurde, hat folgende Gründe:

1. Zum Einstich braucht man mindestens eine größere Nadel. Gleichviel, ob man das Ohrläppchen oder die Fingerspitze nimmt, muß die Stelle desinfiziert werden, damit nicht eine Infektion entsteht. Wenn zur Desinfektion Alkohol oder Benzin usw. verwendet wird, gibt es mindestens in der ersten Kapillare ein Fehlresultat, wenn nicht dieser Alkohol, Äther, Benzin usw. vollständig und sorgfältig wieder abgetrocknet oder zur Verdunstung gebracht wird. Dann sind nur die beiden anderen Kapillaren zur Untersuchung zu benützen. Das ist schon bedenklich. Bei der Entnahme mit einer Venüle hat man an ihr, bekanntlich eingeschmolzen, die aseptische Hohlnadel und unten an der Venüle das zwangsläufig zu benützende Desinfizienz (Sublimat oder Oxycianat). Es kommt also Alkohol oder Benzin oder Äther, was zu Fehlschlüssen führen könnte, gar nicht in Anwendung.
2. Haben sich gar nicht so selten die Kapillaren bei der Füllung verstopft, sodaß die eine oder andere unbrauchbar würde. Wenn nun nur 3 Kapillaren zur Verfügung stehen und nur 2 — und diese mangelhaft gefüllt sind, so hat man wiederum nur eine geringe Kontrollmöglichkeit. Ist der Betrunkene sehr unruhig,

sodaß man mehrere Leute braucht, dann ist es bestimmt schwieriger, diese Kapillaren zu füllen, wie mittels einer Venüle Blut zu entnehmen, das ja infolge Luftleerseins der Venüle rasch von selbst hineinläuft.

3. Hat die Venüle eben den Vorteil, daß man mindestens 3—5 ccm Blut hat und infolgedessen auch eine ganze Reihe von Kontrolluntersuchungen an demselben Tage oder auch später bei Reklamationen ausführen kann, während bei Kapillaren alles zu einer Bestimmung verbraucht wird.
4. Die Technik der Blutentnahme mittels der Venüle beherrscht heutigen Tages jeder Arzt. Die Ärzte können sicher leichter eine solche Venüle mit 3 ccm Blut abfüllen, als 3 S-förmig gebogene Kapillaren aus einem Finger oder Ohrläppchen tadellos vollsaugen zu lassen.
5. Ein Arzt muß doch sowieso die Blutentnahme machen, denn, wie man mit größten Bedenken feststellen könnte, das Anstechen eines Fingers (diese Stichstelle ist mindestens 12 Stunden sehr schmerzhaft, was bei Handarbeitern sehr in die Waagschale fällt) oder Ohrläppchens einem Laien, also einem Gendarmen oder Polizisten, zu übertragen, denn wenn einmal irgend eine Infektion, besonders beim Finger, ein Panaritium oder ein Paronchia zustande kommt, dann ist der Staat haftpflichtig und die Folgen sind unangenehm, indem die Methode mißachtet wird.
6. Der geringe Kostenunterschied von Pfennigen zwischen einer Venüle und drei Kapillaren einschließlich der Verpackung darf mit Rücksicht auf die ungenauen Ergebnisse mittels Kapillaren und im Hinblick auf die Notwendigkeit der einwandfreien Sicherung der Beweismittel keine Rolle spielen und in der Mehrzahl der Fälle hat doch schließlich der Verurteilte die Kosten zu tragen.

Aus den ausführlichen Darlegungen und auf Grund der praktischen Erfahrungen ergibt sich unzweideutig, daß die Blutentnahme mit Kapillaren nicht den Anforderungen entspricht, die an sie als Methode zur Sicherung wichtigen Beweismaterials bei Verkehrsunfällen unbedingt gestellt werden müssen. Die Ergebnisse werden ungenau, z. B. dadurch, daß die Kapillaren zu wenig Blut enthalten, oder daß beim Ausblasen derselben Blut daneben spritzt und endlich dadurch, daß die Entnahmestelle mit flüchtigen Substanzen enthaltenen Desinfektionmitteln gereinigt wird und das Blut durch einfachen Stich und Füllung der Kapillaren entnommen wird. Es entstehen auf diese Weise Fehler, die das Resultat der Bestimmung in einer großen Zahl der Fälle wertlos machen. Bei Anwendung von Venenpunktion wurden solche Fehler nicht beobachtet.

Wenn ich nun zum Schluß zusammenfassend Rückschau halte auf die ungenauen Ergebnisse, die mittels Kapillare erzielt werden, und auf die Vorteile der Anwendung von Venülen, die jenen Fehlern gegenüberstehen, dann muß man die Venülenmethode als die der Wahl ansehen, wenn es sich darum handelt, bei Blutalkoholuntersuchungen einwandfreie Ergebnisse zu erhalten.

Am Schlusse meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Dr. O. Huber für die Überweisung des Themas und Herrn Prof. Dr. Walcher für die Übernahme des Referates meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

## Quellen und Schrifttum.


Buhtz: „Der Verkehrsunfall".

Elbel: „Die wissenschaftlichen Grundlagen der Beurteilung von Blutalkoholbefunden 1937".

Mayer: „Untersuchungen über den Alkoholfaktor bei der Mikrobestimmung nach Widmark". in: Deutsche Zeitschrift für die gesamte gerichtliche Medizin, Bd. 26, 1937.

Sievertz: „Blutuntersuchung auf Alkohol bei Verkehrsunfällen". in: Monatsschrift für Kriminal-Biologie und Strafrechtsreform, 28. Jahrgang, 1937.

Wagner: „Über die Veränderlichkeit des Alkoholgehaltes von Leichenblut und nicht steril aufbewahrten Blutproben". in: Deutsche Zeitschrift für die gesamte gerichtliche Medizin, Bd. 26, 1937.

Widmark: „Die theoretischen Grundlagen und praktische Verwendbarkeit der gerichtlich-medizinischen Alkoholbestimmung". in: Fortschritt der Naturwissenschaftlichen Forschung. 1932. Heft 11.

## Lebenslauf.

Ich, Felix Dinkel, wurde geboren am 24. Juli 1912 in Würzburg als Sohn des Schuloberoffizianten Georg Dinkel († ) und dessen Ehefrau Karoline, geb. Braun († ). Ich besuchte zunächst die Volksschule, dann die Oberrealschule in Würzburg, an der ich Ostern 1932 das Zeugnis der Reife erhielt. Hierauf studierte ich in Würzburg Medizin, änderte mein Studienfach und begann im Winter-Semester 1933/34 in Würzburg Zahnheilkunde zu studieren. Hier bestand ich Ende Sommer-Semester 1936 die Vorprüfung und Ende Sommer-Semester 1938 das Staatsexamen.

*Ehrenwörtliche Erklärung.*

Hiemit versichere ich ehrenwörtlich, daß ich die Arbeit selbständig verfaßt und keine andere Literatur als die angegebene benutzt habe.

Würzburg, 1. Juni 1939.

Felix Dinkel.